

JC05 Rec'd PCT/PTO 18 MAR 2005

KIP.P01.02.US

Jens Werner Kipp

**Translation of the relevant parts of the Official Action of the German patent office dated March 7th, 2003**

The following document has been cited for the first time in this Action. (The numbering will be adhered to in the further proceedings):

1) DE 198 07 917 A1

1. The method indicated in claim 1 is largely known from the document 1). The only remaining difference is the mathematical relation between the quantities V and A. this, however, is considered only to be an optimization which an expert could achieve by means of simple experiments, without having to employ inventive activity. Thus, the method is new but does not involve an inventive step. Claim 1 is therefore not allowable.

2. The embodiments according to claims 2 to 8 are in the reach of the expert; they do not seem to include inventive matter.

3. As for claim 9, attention is also drawn to the document 1) and to the arguments stated above in item 1); claim 9 is not allowable, neither.

4. The subclaims 10 to 19 include measures which are in the reach of the expert and are partly known from the prior art. These claims can not be allowed, neither.

For the reasons stated above, the grant of the patent is not possible.

Examining section for class B 24 C

Hobel

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Jet stream of gas and dry ice particles for shot blast surface cleaning

**Patent number:** DE19807917

**Publication date:** 1999-08-26

**Inventor:** FROEHLICH HANS [DE]; GEBHARDT SABINE [DE];  
TRAMPUSCH BERTHOLD [DE]

**Applicant:** AIR LIQUIDE GMBH [DE]

**Classification:**

- **International:** B24C3/00; B24C5/00

- **European:** B24C1/00B; B24C5/04

**Application number:** DE19981007917 19980225

**Priority number(s):** DE19981007917 19980225

**Also published as:**



WO9943470 (A1)

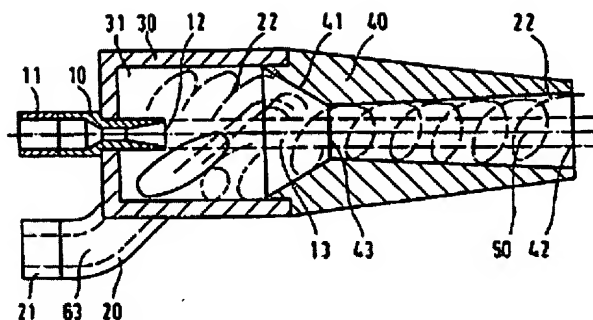
EP1058596 (A1)

US6695686 (B1)

EP1058596 (B1)

### Abstract of DE19807917

The appts. to generate a two-phase gas/particle jet stream, especially with CO<sub>2</sub> dry ice particles (22), has a jet chamber (30) with a tangential inflow so that the dry ice particles (22) are forced into a circular rotating path round the jet stream axis (50). The speed of rotary movement is increased by a jet (40), to give max. speeds at the jet opening (42). In the emerging jet stream, the solid phase dry ice particles are in a consistent ring shape with an increasing outer dia.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 07 917 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 24 C 3/00**  
B 24 C 5/00

②1 Aktenzeichen: 198 07 917.6  
②2 Anmeldetag: 25. 2. 98  
④3 Offenlegungstag: 26. 8. 99

DE 198 07 917 A 1

⑦1 Anmelder:  
Air Liquide GmbH, 40235 Düsseldorf, DE

⑦4 Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,  
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 40474  
Düsseldorf

⑦2 Erfinder:  
Fröhlich, Hans, Dr.-Ing., 06184 Döllnitz, DE;  
Gebhardt, Sabine, 04416 Großdeuben, DE;  
Trampusch, Berthold, 42653 Solingen, DE

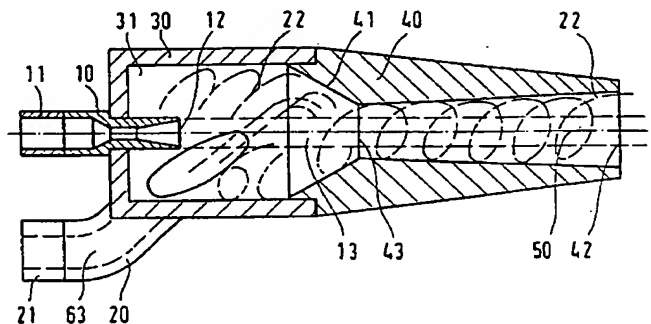
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 42 25 590 C2  
EP 01 71 448 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren und Einrichtung zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls, insbesondere mit CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln (22), unter Anwendung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls. Dazu werden die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel (22) einer Strahlkammer (30) mit einer tangentialen Anströmung so zugeleitet, daß die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel (22) zu einer Rotationsbewegung um eine Strömungsachse (50) gezwungen werden, wobei nachfolgend die Winkelgeschwindigkeit dieser Rotationsbewegung in Strömungsrichtung durch eine Strahldüse (40) erhöht wird, so daß in der Strahldüsenmündung (42) Maximalgeschwindigkeiten auftreten. Der aus der Strahldüsenmündung (42) austretende zweiphasige Gas-Partikel-Strahl bildet sich dabei so aus, daß die festphasigen CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel (22) in einer gleichmäßigen Ringform mit vergrößertem Außendurchmesser angeordnet sind. Mit der Erfindung wird insbesondere eine deutliche Steigerung der Flächenleistung bei der Oberflächenreinigung mittels CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln (22) erzielt.



DE 198 07 917 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln.

Es ist bekannt, daß mit einem Druckgasstrahl, insbesondere Druckluft, dem Partikel, beispielsweise aus CO<sub>2</sub>-Trockeneis, beigemischt werden, Oberflächen gereinigt werden können. Die im folgenden gegebenen Erläuterungen beziehen sich auf die Verwendung von Trockeneispartikeln, können jedoch auch auf andere Partikel sinngemäß übertragen werden. Die reinigende Wirkung erfolgt durch die abrasive Wirkung der Partikel und im Falle von Trockeneispartikeln auch durch die Kühlwirkung der durch die Druckgasströmung beschleunigten CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel. Diese Trockeneispartikel übertragen bei ihrem Aufprall auf die zu reinigende Oberfläche kinetische Energie, zerplatzen bei diesem Aufprall in kleinere Bruchstücke, sublimieren dabei bzw. unmittelbar später und entziehen der Oberfläche, zusätzlich zur Kaltgas-Partikelgemisch-Anströmung, Wärme. Das Strahlmittel, also die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel, sublimiert dabei rückstandsfrei. Auf der zu reinigenden Oberfläche verbleiben bestenfalls lose Teilchen der früheren Oberflächenschicht bzw. -verunreinigungen, die tiefkalt und spröde und deshalb leicht entfernbar sind. In der Regel wird die Oberflächenreinigung so vorgenommen, daß die gelösten Oberflächenteilchen während des Strahlvorgangs von der Oberfläche vollständig weggeblasen und danach mit mechanischen oder pneumatischen Mitteln eingesammelt werden.

Die zweiphasige Strömung aus Druckgas und festen CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln wird bekanntermaßen mittels zweier, grundsätzlich verschiedener, Methoden erzeugt:

In einer ersten Methode werden die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel dem Druckgas mittels eines, beispielsweise aus der US 4,707,951 bekannten, Ejektors oder einer Zellradschleuse beigemischt und dann über eine gemeinsame Schlauchleitung zu einer beweglichen Strahldüse geleitet. Der Ejektor ist so ausgeführt, daß die Druckdüse mit einem kleinsten Durchmesser im Achsbereich des Einfalltrichters für die CO<sub>2</sub>-Trockenpartikel endet. Das Ejektorverfahren weist dabei den Nachteil auf, daß an der Strahldüse nur relativ geringe Partikelgeschwindigkeiten realisierbar sind, was die Reinigungsleistung stark begrenzt. Das Zellradverfahren erzeugt wegen der höher einstellbaren Gasdrücke im Zweiphasengemisch zwar wesentlich höhere Partikelgeschwindigkeiten, hat jedoch den Nachteil, daß einerseits Dichtungsprobleme an der Zellradschleuse zu Störungen führen können und andererseits durch die hohe Gasdruckbeaufschlagung die Sublimationsverluste innerhalb des Transportschlauches bis in die Strahldüse hoch sind. Diese Nachteile beeinträchtigen die Zuverlässigkeit und Leistung des Zellradverfahrens und erhöhen die Prozeßkosten.

In einer zweiten Methode werden Druckgas und CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel mittels der sogenannten Zweischlauchmethode, also über zwei getrennte Schlauchleitungen zu einer Strahlpistole mit unmittelbar verbundener Strahldüse geleitet. Die beispielsweise aus der DE-195 44 906 A1 oder US 5,520,572 bekannte Strahlpistole ist dabei in Form eines Ejektors so gestaltet, daß das Druckgas durch eine axial zur Strahldüse angeordnete Hochdruckdüse geleitet wird, wodurch innerhalb der Strahlpistole ein Unterdruck erzeugt wird. Radial und in einem Winkel zur Strahldüse ist dabei eine Zuleitung für die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel angeordnet, durch die infolge des erzeugten Unterdrucks diese CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel angesaugt und so dem Gasstrahl zugemischt werden, wobei die unmittelbar an der Strahlpistole

angeordnete Strahldüse eine bestimmte Mindestlänge aufweisen muß, damit die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel auf eine ausreichend hohe Partikelgeschwindigkeit beschleunigt werden können.

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Oberflächenbehandlung, insbesondere die Reinigung, mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln effektiver zu gestalten, also ein Verfahren zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls und eine Einrichtung zur Oberflächenbehandlung unter Anwendung des zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls zu entwickeln, mit denen insbesondere die Flächenleistung bei der Oberflächenbearbeitung mittels CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln erhöht, der Reinigungsprozeß gegen Störungen gesichert und dessen technologische Reproduzierbarkeit verbessert werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln, wobei einer Strahlkammer mit einer Strömungsachse die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel mit einer tangentialen Anströmung so zugeführt werden, daß die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel zu einer Rotationsbewegung um die Strömungsachse gezwungen werden und wobei nachfolgend die Winkelgeschwindigkeit dieser Rotationsbewegung in Strömungsrichtung durch eine Strahldüse erhöht wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß eine reine Druckgasströmung und eine zweite, CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel enthaltene Strömung so über mindestens eine Druckgaszuleitung beziehungsweise über mindestens eine Partikelstromzuleitung der Strahlkammer jeweils gesondert zugeführt und darin vereinigt werden, daß der zweiphasige Gas-Partikel-Strahl entsteht.

Die oben angegebene Aufgabe wird also vorzugsweise unter Anwendung der eingangs beschriebenen Zweischlauchmethode gelöst, bei der eine reine Druckgasströmung und eine Strömung mit CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel in jeweils gesonderten Zuleitungen zu einer Strahlkammer geleitet und darin vereinigt werden, so daß ein zweiphasiger Gas-Partikel-Strahl mit einer Strömungsachse entsteht, wobei die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel der Strahlkammer mit einer tangentialen Anströmung so zugeleitet werden, daß die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel zu einer Rotationsbewegung um die Strahlachse gezwungen werden und daß nachfolgend die Winkelgeschwindigkeit dieser Rotationsbewegung in Strömungsrichtung durch eine Strahldüse erhöht wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist ferner so gestaltet, daß die Anströmungsgeschwindigkeit der CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel in die Strahlkammer hinein maximal gestaltet ist, indem die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel enthaltene Strömung vom Partikelreservoir aus in mindestens einer Partikelstromzuleitung eine schnelle Transportdruckgasströmung zur Strahlkammer ist und der Transportdruckgasanteil mit einer gleichsinnigen Rotationsbewegung zur Bildung des zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls beiträgt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln unter Anwendung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls weist in bevorzugter Form mindestens einen Turbostutzen zur Zuführung von Gas und/oder Partikeln auf, welcher am Gehäuse der Strahlkammer angeordnet ist und tangential in die Strahlkammer führt sowie eine zusätzliche axiale Ausrichtung in Richtung der Mündung der Strahldüse aufweist, wobei die Strahldüse mit einem im wesentlichen konischen Einlauf versehen ist, dessen Einlaufwinkel insgesamt kleiner als 120° ist, insbesondere kleiner 90°, bevorzugt etwa 60°.

Vorteile Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Demgemäß ist in

einer vorteilhaften Ausgestaltung die Einrichtung so ausgebildet, daß die Strahlkammer im Bereich der Einmündung des Turbostutzens zylindrisch ausgebildet ist, wobei die axiale Länge der Strahlkammer mindestens dem Durchmesser des Turbostutzens, vorzugsweise mindestens dem 3-fachen Durchmesser, und der Innendurchmesser der Strahlkammer mindestens dem 1,5-fachen des Durchmessers des Turbostutzens, insbesondere etwa dem 2-fachen Durchmesser, entspricht.

Bei besonders vorteilhaften Ausbildungen der erfindungsgemäßen Einrichtung sind die Druckgaszuleitung und die Partikelstromzuleitung über eine Länge zwischen 0,3 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1,5 m, parallel zueinander aus festem Werkstoff hergestellt, wobei die Achsen der Zuleitungen entweder gerade oder abgelenkt ausgebildet sind.

Die Einrichtung ist darüberhinaus vorteilhafterweise so gestaltet, daß das Reservoir für die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel mit einem Überschall-Transportejektor in Verbindung steht, dessen Einfalltrichtergehäuse mit einer Transportdruckgaszuleitung für unter höherem Druck stehendes Transportdruckgas und mit einem Ausgangsstutzen mittels Schlauch mit der Strahlkammer verbunden ist und etwa gleiche Nennweite aufweist, wobei die Transportdruckgaszuleitung mit einer konvergent-divergenten Transportdruckgasüberschalldüse verbunden ist, deren Mündung an der Wandung eines Endraums am Ende des Einfalltrichtergehäuses endet, wobei der Innendurchmesser des Endraums vorzugsweise dem ein- bis 3-fachen der Nennweite des Ausgangsstutzens entspricht.

Die Vorteile der Erfindung bestehen in einer deutlichen Steigerung der Flächenleistung bei der Oberflächenreinigung mittels CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln, in einer Stabilisierung der Arbeitsweise und in einer besseren Reproduzierbarkeit. Darüberhinaus hat sich gezeigt, daß mit der erfindungsgemäßen Einrichtung Trockeneispartikel mit sehr großem Durchmesser, auch größer als 4 mm, in überraschender Weise sicher verwendet werden können, wodurch sich neue Anwendungen, insbesondere zur Beseitigung dickerer Oberflächenschichten, realisieren lassen. Mit der erfindungsgemäßen Lösung werden die Kosten bei der Oberflächenbearbeitung deutlich verringert und, sofern in Strahlpistolen eingebaut, die körperliche Belastung des Personals bei der Handhabung reduziert.

Zusätzliche Einzelheiten und weitere Vorteile werden nachfolgend an Hand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 eine Einrichtung zur Oberflächenbehandlung im Längsschnitt,

Fig. 2 die Einrichtung nach Fig. 1 in einer Ansicht von hinten, und

Fig. 3 einen Überschall-Transport-Ejektor zur Zuführung von CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln zu einer Einrichtung gemäß Fig. 1 im Längsschnitt.

Die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln unter Anwendung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls beinhaltet eine Strahlkammer 30, die mit einer Druckgaszuleitung 11 für ein Druckgas, vorzugsweise Druckluft, Stickstoff oder CO<sub>2</sub> und mindestens einer Partikelstromzuleitung 21 für CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel ausgerüstet ist. Die Druckgaszuleitung 11 ist mit einer, zentralaxial in die Strahlkammer 30 eingesetzter, konvergent-divergenten Druckgasüberschalldüse 10 verbunden. Die Partikelstromzuleitung 21 ist mit einem Turbostutzen 20 verbunden, welcher tangential in das Gehäuse 31 der Strahlkammer 30 führt und vorzugsweise eine zusätzliche axiale Ausrichtung von 45° in Richtung der Mündung 42 einer Strahldüse 40

aufweist. Die Strahldüse 40 weist einen im wesentlichen konischen Einlauf 41 auf, der auch leicht gewölbt, vorzugsweise konvergent, oder konisch abgesetzt, gestaltet sein kann, wobei der Einlaufwinkel insgesamt kleiner als 120° sein soll, insbesondere kleiner 90°, vorzugsweise 60°. Dieser Einlaufwinkel wird gebildet durch den Innendurchmesser des Strahlkammergehäuses 31 und den Halsdurchmesser 43 der Strahldüse 40 über die Länge des Einlaufs 41 in Richtung der Strömungsachse 50. Die Strahlkammer 30 weist in der Einmündung des Turbostutzens 20 einen zylindrischen Bereich auf, dessen axiale Länge mindestens dem Durchmesser des Turbostutzens 20 entspricht, vorzugsweise mindestens dem 3-fachen Durchmesser. Der Innendurchmesser der Strahlkammer 30 beträgt mindestens das 1,5-fache des Durchmessers des Turbostutzens 20, insbesondere etwa dem 2-fachen Durchmesser. Die Druckgasüberschalldüse 10 ist beispielsweise auf einen Druckgas-Druck von 15 bar ausgelegt und weist für einen Durchfluß von 350 m<sup>3</sup>/h einen kleinsten Durchmesser von 6,5 mm und von der Druckgasüberschalldüsenmündung 12 einen Durchmesser von 11 mm auf. Die Druckgasüberschalldüsenmündung 12 der Druckgasüberschalldüse 10 ist etwa in Höhe der Einführung des Turbostutzens 20 gelegt.

Die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel 22, die durch die Partikelstromzuleitung 21 und den Turbostutzen 20 mit tangentialer Anströmung in den Innenraum der Strahlkammer 30 zugeführt werden, werden sowohl durch die zusätzliche Ausrichtung in Richtung der Strahldüsenmündung 42 der Strahldüse 40 als auch durch die Wirkung der aus der Druckgasüberschalldüse 10 austretenden Druckgasströmung 13 unter Ausführung einer Rotationsströmung um die Strömungsachse 50 in den Einlauf 41 transportiert. Hierbei wird durch die Verringerung des Rotationsdurchmessers die Winkelgeschwindigkeit der CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel 22 erhöht. Gleichzeitig erfolgt durch die Wirkung der aus der Druckgasüberschalldüse 10 austretenden Druckgasströmung 13 eine Axialbeschleunigung, die im Halsdurchmesser 43 ihr Maximum erreicht, so daß in der Strahldüsenmündung 42 Maximalgeschwindigkeiten auftreten. Der aus der Strahldüsenmündung 42 austretende zweiphasige Gas-Partikel-Strahl bildet sich dabei so aus, daß die festphasigen CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel 22 in einer gleichmäßigen Ringform mit vergrößertem Außendurchmesser angeordnet sind.

Fig. 2 zeigt die Einrichtung zur Oberflächenbehandlung nach Fig. 1 in einer Ansicht von hinten.

Fig. 3 zeigt einen bevorzugten Überschall-Transport-Ejektor zur Zuführung von CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln 22. Dieser ist am Auslaß eines nicht dargestellten Reservoirs für gespeicherte oder just-in-time erzeugte CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel 22 angeordnet, dessen Einfalltrichtergehäuse 71 einen inneren konischen Einfalltrichter 70 mit zylindrischen Endraum 72 aufweist, wobei das Einfalltrichtergehäuse 71 einerseits mit einer Transportdruckgaszuleitung 61 für ein unter höherem Druck stehendes Transportdruckgas sowie einer damit verbundenen konvergent-divergenten Transportdruckgasüberschalldüse 60 und andererseits mit einem Ausgangsstutzen 80 in Verbindung steht. Ausgangsstutzen 80 und Partikelstromzuleitung 21 sind beispielsweise mittels eines nicht dargestellten Schlauches verbunden und weisen in etwa gleiche Nennweite auf. Der Innendurchmesser des Endraums 72 entspricht vorzugsweise dem ein- bis 3-fachen der Nennweite des Ausgangsstutzens 80.

Die Transportdruckgasüberschalldüse 60 weist einen Halsdurchmesser von 2 mm und an ihrer Mündung 62 einen Durchmesser von 3,5 mm auf. Bei einem Druck von 15 bar ist die Transportdruckgasüberschalldüse 60 für einen Transport-Druckgasdurchfluß von 32 m<sup>3</sup>/h ausgelegt, d. h. ca. 10% der Gesamtdruckgasmenge.

Mittels einer in der Transportdruckgasüberschalldüse 60 erzeugten Transportdruckgasströmung 63 werden die CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikel 22 nach einer extremen Anfangsbeschleunigung im Bereich des Ausgangsstutzens 80 durchschnittlich auf eine Endgeschwindigkeit von 50–100 m/s beschleunigt, mit der sie tangential den Turbostutzen 20 in den Innenraum der Strahlkammer 30 hinein verlassen. Dies stellt gegenüber der freien Ansaugung eine Steigerung der Partikelgeschwindigkeit um das vierfache dar und führt insgesamt zu einer Verdopplung der Flächenleistung bei gleichem Verbrauch von CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln 22 und Druckgas.

Bei einer nicht dargestellten weiteren Variante einer Strahlkammer sind die Druckgaszuleitung 11 und die Partikelstromzuleitung 21 über eine Länge von 0,3 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1,5 m eng parallel zueinander sowie aus festem Werkstoff hergestellt und weisen an ihrem Ende jeweils Anschlüsse für bewegliche Schläuche auf.

So ausgeführt stellt eine Einrichtung zur Oberflächenbehandlung mittels CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln 22 eine neuartige Strahlkammer dar, die vorteilhaft zur Oberflächenbearbeitung von Fußböden, Decken, Wänden und anderer größerer Elemente geeignet ist. Der Vorteil dieser Ausführung liegt in der ergonomisch optimalen Rückstoßaufnahme und Vermeidung von Zwangskörperhaltungen bei der Handhabung der Einrichtung.

In einer weiteren nicht dargestellten Ausführung, sind die Achsen der Druckgaszuleitung 11 und der Partikelstromzuleitung 21 so abgebogen, daß auch schlecht zugängliche Ecken und Winkel bearbeitet werden können.

#### Bezugszeichenliste

10	Druckgasüberschalldüse	
11	Druckgaszuleitung	
12	Druckgasüberschalldüsenmündung	35
13	Druckgasströmung	
20	Turbostutzen	
21	Partikelstromzuleitung	
22	CO <sub>2</sub> -Trockeneispartikel	
30	Strahlkammer	40
31	Strahlkammergehäuse	
40	Strahldüse	
41	Einlauf	
42	Strahldüsenmündung	
43	Halsdurchmesser	45
50	Strömungsachse	
60	Transportdruckgasüberschalldüse	
61	Transportdruckgaszuleitung	
62	Transportdruckgasüberschalldüsenmündung	50
63	Transportdruckgasströmung	
70	Einfalltrichter	
71	Einfalltrichtergehäuse	
72	Endraum	
80	Ausgangsstutzen	55

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln (22), **dadurch gekennzeichnet**,
  - daß einer Strahlkammer (30) mit einer Strömungsachse (50) die Partikel (22) mit einer tangentialen Anströmung so zugeführt werden, daß die Partikel (22) zu einer Rotationsbewegung um die Strömungsachse (50) gezwungen werden und
  - daß nachfolgend die Winkelgeschwindigkeit

dieser Rotationsbewegung in Strömungsrichtung durch eine Strahldüse (40) erhöht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine reine Druckgasströmung (13) und eine zweite, Partikel (22) enthaltende Strömung (63) so über mindestens eine Druckgaszuleitung (11) beziehungsweise über mindestens eine Partikelstromzuleitung (21) der Strahlkammer (30) jeweils gesondert zugeführt und darin vereinigt werden, daß der zweiphasige Gas-Partikel-Strahl entsteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anströmungsgeschwindigkeit der Partikel (22) in die Strahlkammer (30) hinein maximal gestaltet wird, indem die Partikel (22) enthaltene Strömung (63) von einem Partikelreservoir aus in mindestens einer Partikelstromzuleitung (21) eine schnelle Transportdruckgasströmung zur Strahlkammer (30) ist und der Transportdruckgasanteil mit einer gleichsinnigen Rotationsbewegung zur Bildung des zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls beiträgt.
4. Einrichtung zur Oberflächenbehandlung mittels Partikeln, insbesondere CO<sub>2</sub>-Trockeneispartikeln (22), unter Anwendung eines zweiphasigen Gas-Partikel-Strahls, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Turbostutzen (20) zur Zuführung von Gas und/oder Partikeln am Gehäuse (31) einer Strahlkammer (30) angeordnet ist, welcher tangential in die Strahlkammer (30) führt und eine zusätzliche axiale Ausrichtung in Richtung der Mündung (42) einer Strahldüse (40) aufweist, wobei die Strahldüse (40) mit einem im wesentlichen konischen Einlauf (41) versehen ist, dessen Einlaufwinkel insgesamt kleiner als 120° ist, insbesondere kleiner 90°, bevorzugt etwa 60°.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlkammer (30) im Bereich der Einmündung des Turbostutzens (20) zylindrisch ausgebildet ist, wobei die axiale Länge der Strahlkammer (30) mindestens dem Durchmesser des Turbostutzens (20) entspricht, vorzugsweise mindestens dem 3-fachen Durchmesser.
6. Einrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser der Strahlkammer (30) mindestens dem 1,5-fachen des Durchmessers des Turbostutzens (20) entspricht, insbesondere etwa dem 2-fachen Durchmesser.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckgaszuleitung (11) und die Partikelstromzuleitung (21) über eine Länge von 0,3 bis 3 m, vorzugsweise etwa 1,5 m, parallel zueinander aus festem Werkstoff hergestellt sind, wobei die Achsen der Zuleitungen (11, 21) entweder gerade oder abgebogen ausgebildet sind.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Reservoir für die Partikel (22) mit einem Überschall-Transportejektor in Verbindung steht, dessen Einfalltrichtergehäuse (71) mit einer Transportdruckgaszuleitung (61) für unter höherem Druck stehendes Transportdruckgas und mit einem Ausgangsstutzen (80) mittels Schlauch mit der Strahlkammer (30) verbunden ist und etwa gleiche Nennweite aufweist.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportdruckgaszuleitung (61) mit einer konvergent-divergenten Transportdruckgasüberschalldüse (60) verbunden ist, deren Mündung (62) an der Wandung eines Endraums (72) am Ende des Einfalltrichtergehäuses (71) endet, wobei der Innendurchmesser des Endraums (72) vorzugs-



weise dem ein- bis 3-fachen der Nennweite des Ausgangsstutzens (80) entspricht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG.1

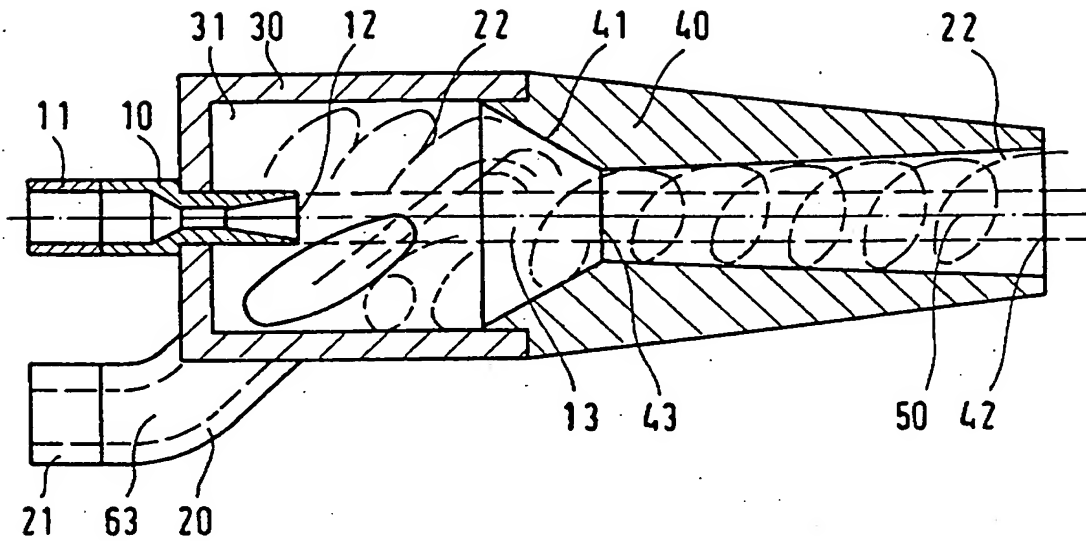


FIG.2

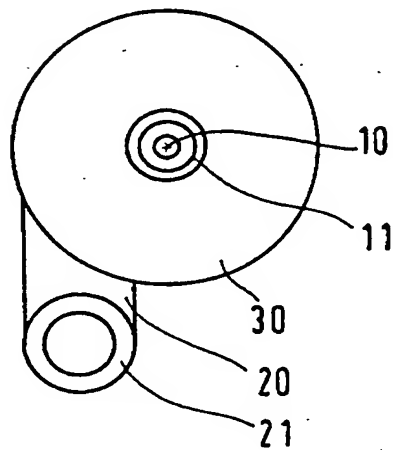


FIG. 3

